

Vulnerabilidades do Sistema de Posicionamento Global

Tenente-Coronel (Res) Thomas K. Adams, Exército dos EUA

Durante muitos séculos os exploradores dependiam das estrelas para navegarem. Atualmente nossos militares, cada vez mais adeptos às expedições, navegam empregando emissores de sinais enviados por órbita. Satélites permitem comunicações flexíveis e navegações precisas, condições totalmente inimagináveis uma geração antes. Tecnologias espaciais atingem todas as missões militares, tanto é que interrompem os serviços e fundamentalmente degradam as operações. Adams descreve várias ameaças aos satélites norte-americanos, sistemas que usam seus sinais e uma força armada que depende de estrelas caindo.

O PLANO DE COMBATE das Forças Armadas dos EUA para o século XXI fundamenta-se na Visão Conjunta 2020, uma extensão do modelo conceitual da Visão Conjunta 2010 apoiada no Programa de Transformação do Exército do Chefe do Estado-Maior do Exército dos EUA, nos programas *Sea Dragon*, da Marinha e em vários relatórios, políticas e outros planos de implementação. Todos eles formam parte de um esforço embrionário para alavancar as tecnologias da era da informação em uma força letal, ágil e rapidamente desdobrável para o século XXI.¹ Da mesma forma, dependem muito da tecnologia da informação e das capacidades baseadas no espaço.

A Visão Conjunta 2010 afirma a necessidade de “superioridade de informação e espaço ... para executar as missões estabelecidas”.² Essa mesma filosofia está refletida em várias declarações e em outros documentos de política peculiares aos diversos serviços. Em sua última declaração ao Congresso, o General Henry H. Shelton, Chefe do Estado-Maior Conjunto repetiu várias vezes sua postura sobre a importância das tecnologias e da informação baseadas no espaço para as Forças Armadas dos EUA.³

As declarações sobre a visão e a implementação de programas e políticas são fundamentadas em dois blocos: sistemas de informação e meios baseados no espaço. Juntos lideram o “domínio da informação” que é a

chave para toda a iniciativa.⁴ Infelizmente, o inevitável inter-relacionamento entre os dois cria sérias vulnerabilidades que poderiam destruir forças militares.

Uma Faca de Dois Gumes

Da mesma forma que os esforços mais recentes de modernização da força, a maioria das tecnologias do Exército após o Próximo e do Exército XXI originar-se-ão da pesquisa realizada pelo setor comercial ao invés do programa de pesquisas e desenvolvimento custeado pelo Departamento de Defesa. O *Major General* Robert Scales, arquiteto-chave do programa Exército após o Próximo, afirma que 40% da verba gasta 25 anos atrás em pesquisa e desenvolvimento era oriunda do Departamento de Defesa. No ano fiscal de 2000, esse Departamento forneceu 2% da verba empregada para o desenvolvimento de tecnologias da era da informação.⁵ Durante uma conferência sobre o futuro da força realizada pela Associação Industrial de Defesa Nacional, o Gen Scales fez o seguinte comentário: “Gostem ou não, a vantagem que obteremos no futuro sobre um grande competidor em potencial originar-se-á do setor comercial. Devemos apenas relaxar, esperar e estar preparados para explorar a situação. De certa maneira, dar muita ênfase às pesquisas militares específicas ... poderá ser uma desvantagem.”⁶

Empregar duas fontes de aquisição não chega a ser uma idéia original; aliás é uma tendência já existente há

muito tempo. Os Estados Unidos nunca possuíram exclusivamente uma base militar industrial. A maior parte do equipamento comprado é equipamento comercial pintado de verde oliva. A Força Expedicionária Americana, em 1917, usou caminhões comerciais diretamente da linha de produção para a França. A famosa aeronave de transporte *C-47* empregada durante a II GM nada mais era do que uma versão para carga do *Douglas DC-3* de transporte de passageiros. Os oficiais de artilharia descobriram calculadoras muito cedo, mas os primeiros computadores pequenos adquiridos pelo Exército dos EUA eram simples *Apple IIe* em uma “caixa militar”. Talvez o exemplo mais conhecido seja o emprego de milhares de receptores de Sistemas de Posicionamento de Grade pelos militares durante a Guerra do Golfo.

O Departamento de Defesa estabeleceu que fossem feitas, aproximadamente até 1965, pesquisas e desenvolvimentos em áreas de defesa de especial interesse. Desde então, e especialmente após a Guerra Fria, a tendência foi afastar rapidamente do Departamento de Defesa a área de pesquisa.⁷

Duplo Emprego e Vulnerabilidades

No limiar do século XXI, dependendo ainda de sistemas baseados no espaço e de sistemas de tecnologia alicerçados na informação produzidos para uso comercial, as Forças Armadas dos EUA devem entender suas capacidades, limitações e vulnerabilidades. Tecnologia feita para ser vendida comercialmente e de duplo emprego oferecem verdadeiras vantagens e são custo-eficiente. Entretanto, também apresentam várias desvantagens:

Duplo emprego significa que usuários civis e militares empregam a mesma tecnologia. Treinamento, documentação e aperfeiçoamento do produto também estão disponíveis aos possíveis adversários.

Mercadoria à venda no comércio oferece aos usuários civis e militares sistemas praticamente similares. Sistemas planejados para operarem em um ambiente de paz menos rigoroso podem ser escolhidos ao invés daqueles desenhados para o combate.

Estados, movimentos políticos e indivíduos podem obter tecnologia militar atualizada sem o ônus da pesquisa, desenvolvimento, manufatura, capacidade de adestramento ou espionagem.

Políticas de duplo emprego e de venda no comércio podem oferecer às organizações muitas das capacidades militares antes reservadas às grandes potências.

Um Estudo de Caso

Construído a um custo de \$21 bilhões de dólares, o Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System — GPS*) consiste de uma constelação que se move na órbita de pequenos satélites artificiais chamados de *NAVSTAR* que enviam aos receptores informa-

ção precisa sobre a altitude e o posicionamento geográfico. Desenhado para emprego exclusivamente militar, o governo norte-americano resolveu, em 1980, mudar a sua política permitindo que esse sistema fosse usado livremente em todo o mundo. No presente, este sistema está sofrendo aperfeiçoamentos e atualizações, a longo prazo, no valor de um bilhão de dólares.⁸

Durante a Guerra do Golfo, o GPS ofereceu uma grande vantagem às forças da coalizão, permitindo aos carros de combate e às aeronaves navegar nos desertos desmarcados do Iraque. O sucesso imprevisto do GPS fez com que rapidamente passasse a ser o foco central da revolução em assuntos militares. A maioria das aeronaves das Forças Armadas empregam agora esse sistema, sendo que o Exército dos EUA conta com mais de 100.000 em uso. Eventualmente cada munição dirigida

A Força Aérea dos EUA investe mais de \$600 milhões de dólares anualmente para acompanhar a navegação comercial de caminhões, das companhias de aviação e da marinha mercante. Companhias aéreas e pilotos particulares — inclusive contrabandistas de drogas — empregam o Serviço Padrão de Posicionamento do GPS.

de precisão atingirá o alvo com o auxílio de um GPS.⁹ Além do emprego em combate, as Forças Armadas fazem uso desse sistema em atividades de rotina como avaliações e trabalhos de engenharia civil para estabelecer aplicações de infra-estrutura.

Capaz de proporcionar um posicionamento preciso em um raio de 100 metros, o GPS é grátis para qualquer um que possua um receptor, incluindo adversários atuais e em potencial dos EUA. Em 1º de março de 2000, por exemplo, as Indústrias de Fabricação de Aeronaves do Irã anunciaram que duas novas versões dos veículos aéreos não-tripulados *Ababil* levariam a bordo um GPS.

Duplo emprego inclui tecnologias que podem ser usadas tanto pelos civis como pelos militares. A Força Aérea dos EUA investe mais de \$600 milhões de dólares anualmente para acompanhar a navegação comercial de caminhões, das companhias de aviação e da marinha mercante. Companhias aéreas e pilotos particulares — inclusive contrabandistas de drogas — empregam o Serviço Padrão de Posicionamento do GPS. A Administração Federal de Aviação dos EUA (*US Federal Aviation Administration — FAA*) e seus homólogos do Canadá também planejam empregar esse recurso em todo o Sistema de Controle de Tráfego Aéreo norte-americano usando o Sistema de Melhoramento de Área Ampla, isto é,

um GPS com uma área de 1 a 3 metros de precisão. Sendo intenção da FAA transmitir por rádio todas as correções feitas pelo GPS por meio de satélites geostacionários, companhias mundiais de aviação provavelmente irão

Durante a Guerra do Golfo, o GPS ofereceu uma grande vantagem às forças da coalizão, permitindo aos carros de combate e às aeronaves navegar nos desertos desmarcados do Iraque. O sucesso imprevisto do GPS fez com que rapidamente passasse a ser o foco central da revolução em assuntos militares. A maioria das aeronaves das Forças Armadas empregam agora esse sistema, sendo que o Exército dos EUA conta com mais de 100.000 em uso.

aproveitar este preciso sistema para as navegações nas rotas normais, a fim de evitar colisões e auxiliar na navegação terrestre em aeroportos. Aliás, a FAA gostaria que

o GPS fosse o único sistema de navegação empregado para o tráfego aéreo comercial.¹⁰

Apesar disto, os EUA e seus aliados gostariam de ter mantido acesso a precisão de 10 metros por meio de uma codificação disponível conhecida por Serviço de Posicionamento Preciso (*Precision Positioning Service*). Essa vantagem para a navegação foi prevista para auxiliar as Forças Armadas dos EUA na condução da guerra do século XXI.¹¹ O Presidente William J. Clinton ordenou que essa disponibilidade seletiva fosse descontinuada à meia noite do dia 1º de maio de 2000, terminando assim com a nossa vantagem. Segundo a mensagem disseminada pela Casa Branca naquele mesmo dia, descontinuar o uso seletivo iria melhorar a precisão do GPS para os usuários civis de uma distância de 100 para 20 metros. Esse incentivo à performance permitiria ao GPS servir várias atividades civis — mar, terra, ar e espaço — antes impraticável.

Qualquer um pode fazer uso desse altamente preciso GPS para emprego militar. Por exemplo, ao captar os sinais enviados pelo GPS um jato de classe executiva com piloto automático pode tornar-se um míssil de cruzeiro rudimentar de longo alcance ao encher o corpo da aeronave com explosivos e um detonador de impacto e enviá-lo ao alvo. Um GPS aperfeiçoado ga-

Interferência nos Sinais de GPS durante Testes de Carros de Combate

Baseado nos relatórios de 6 de agosto de 2000 do jornal *The Sunday Times* de Londres, da Agência *France-Press*, e no *Eleftheros Tipos* de Atenas de 25 de setembro de 2000.

Os altamente precisos Sistemas de Posicionamento Global (GPS) apoiam as forças terrestres modernas à medida que se deslocam e disparam. Mapas e bússolas ainda acompanham as forças digitalizadas, no entanto o GPS é mais empregado para rapidamente determinar sua localização bem como a do inimigo. Embora a habilidade para ler mapas possa ficar atrofiada, são poucos aqueles que se preocupam com a probabilidade de um GPS repentinamente fornecer informações errôneas ou deixar de funcionar. Mesmo assim, o equipamento do Exército dos EUA já enfrentou ataques contra os seus GPS — por seus aliados.

Em agosto de 2000 o governo da Grécia patrocinou uma competição de carros de combate em Litokhoros para determinar o próximo CC do Exército grego — um negócio no valor de \$1.4 bilhão de dólares para a produção de 250 carros de combate. Participaram da competição o carro de combate britânico *Challenger 2E*, o norte-americano *M1A1 Abrams*, o alemão *Leopard 2A5* e o francês *Leclerc*. Durante estes testes, os CC britânico e norte-americano apresentaram problemas de navegação apesar de empregarem múltiplos satélites de GPS para determinar precisamente suas posições. Após a constrangedora performance, os oficiais determinaram que seus satélites de GPS estavam sofrendo interferências — por uma agência de segurança francesa. Com um tamanho de menos de 30 cm, os interferidores transmitiam sinais mais fortes que os satélites na mesma frequência. Os interferidores estavam supostamente escondidos na distância de tiro e eram remotamente ativados quando os carros de combate britânicos e norte-americanos eram testados.

Oficiais de defesa gregos consideraram esse incidente engraçado e desconsideraram os problemas técnicos resultantes. Portanto, a ameaça permanece: se um aliado pode criar semelhante confusão durante um teste, que efeitos poderiam ser ocasionados no caso de interferidores hostis durante um combate real?

rantiria que o míssil cairia cerca de 20 metros do alvo.

Teoricamente, o GPS poderia ainda oferecer aos EUA e seus aliados uma vantagem de navegação ao preservar sua habilidade de ajustar os sinais do GPS para focalizar os efeitos nos adversários sem afetar adversamente as forças amigas.¹² Ajustar os sinais é uma situação sempre problemática porque a “área local” quase sempre é grande, e qualquer ajustamento irá provavelmente afetar os GPS amigos próximo à área alvo, bem como os inimigos. De qualquer forma, seria perigoso o emprego desta capacidade pela sua probabilidade de afetar o tráfego aéreo e aquático civis.

A Academia Nacional de Ciências e a Academia Nacional de Administração Pública estão atualizando o conceito de internacionalismo, classificando o GPS como um serviço público internacional emergente. Essa noção apenas complica a situação porque a idéia de ser um serviço público assume uma certa obrigação de servir seus usuários. Fora disto, haverá a expectativa de uma atualização da performance do GPS a fim de acelerar o negócio internacional e o uso governamental e individual. Muitos usuários civis provavelmente protestariam o ajustamento de sinais.

Interferência — Intencional ou Não

A interferência eletrônica é bastante simples, tanto em princípio como em prática. Qualquer pessoa que tenha interesse pode fazê-la. Passa a ser difícil quando o usuário deseja limitar o efeito a um raio estreito de frequências específicas sobre grande distância. Tal poder e enfoque são importantes para usuários com grandes conhecimentos tecnológicos que dependem de seus próprios sistemas eletrônicos. Um usuário menos sofisticado que quer apenas negar a capacidade do inimigo não tem motivos para preocupar-se. Um planejamento cuidadoso poderá permitir a um adversário com poucos conhecimentos técnicos conduzir contramedidas eletrônicas — tal como a interferência — e causar grandes danos a um oponente possuidor de alta tecnologia, empregando meios eletrônicos relativamente rudimentares como rádios de frequência modulada a curtas distâncias.

A Junta de Ciência da Defesa e o Conselho de Pesquisa Nacional confirmam que interferências realizadas contra GPS apresentam uma verdadeira ameaça.¹³ David E. Lewis da *Magnavox Electronic System Company* citou o estudo realizado em novembro de 1993 pela Junta de Ciência da Defesa sobre Guerra Aerotática: “Os atuais receptores de GPS são vulneráveis a interferências quando, na fase de aquisição, se encontram a grandes distâncias de interceptores de baixa potência, e perderão o sinal a distância moderada para ameaças razoáveis de interferência.”¹⁴ Lewis também afirma que um interferidor de 100 watts pode afetar um receptor de GPS militar padrão, como o que seria usado em uma munição dirigida

de precisão, a uma distância de 600 milhas (ou a distância da linha de visada, seja qual for a menor) durante a aquisição inicial do GPS. Mesmo quando o míssil tenha recebido o sinal do GPS e estiver verificando sua trajetória em direção ao alvo, essa função poderia ser interrompida por um interferidor a uma distância de 28 milhas.

Televisão comercial, transmissores de alta frequência, comunicações aeronáuticas via satélite e terminais de Sistemas de Satélites Móveis também podem degradar os sinais do GPS; ocorrências naturais podem causar interferência que poderiam apresentar problemas de natureza distintas para os usuários, inclusive para as Forças Armadas.¹⁵ Os planejadores estavam cientes da possibilidade de os sinais do GPS sofrerem interferência, mas enfrentavam um problema básico: colocar peso em órbita é um processo dispendioso. Com o objetivo de reduzir os custos e estender a vida operacional, os satélites de GPS foram desenhados para produzir sinais fra-

Televisão comercial, transmissores de alta frequência, comunicações aeronáuticas via satélite e terminais de Sistemas de Satélites Móveis também podem degradar os sinais do GPS . . . Os planejadores estavam cientes da possibilidade de os sinais do GPS sofrerem interferência, mas enfrentavam um problema básico: colocar peso em órbita é um processo dispendioso. Com o objetivo de reduzir os custos e estender a vida operacional, os satélites de GPS foram desenhados para produzir sinais fracos.

cos; apenas poucos miliwatts. Do ponto de vista da engenharia a decisão é correta mas, infelizmente, sujeitam os sinais do GPS a fácil interferência.

O ex vice-secretário da defesa para Sistemas Nucleares do Teatro e Aeronáuticos Estratégicos, Dr. Stanley B. Alterman, afirmou que um interferidor de um 1 watt (do tamanho empregado em telefones celulares) localizado a 60 km (linha de visada) pode evitar que um bom receptor comercial de GPS adquira sinais do *Navigation Satellite Timing and Ranging — NAVSTAR*.

Até certo ponto, receptores militares bem desenhados são resistentes a interferências porque, para que isto ocorra, seria necessário um interferidor de 100 watts para interrompê-lo a uma distância de 20 km.¹⁶ Entretanto, o custo de interferidores é módico e são de simples construção, e mesmo um de grande porte pode ser acomodado em uma camioneta tipo pick-up. Interferidores expansíveis tipo bola maciça de hóquei que podem ser espalhados de uma aeronave já se encontram no mercado.

Hugh Blanchard sugere que interferidores/



Foguetes meteorológicos comuns geralmente levam uma carga de 22 a 44 kg. Um foguete carregado com 22 kg de chumbinhos — à venda na maioria das lojas de esportes e dotados de uma carga explosiva, poderia ser lançado em uma referida órbita. Deslocando-se a velocidades da ordem de 4 milhas por segundo, os pequenos cascalhos iriam de encontro a qualquer satélite que encontrassem, destruindo-o. A antiga União Soviética testou com muito sucesso este conceito de forma mais elaborada e produziu uma versão operacional no início da década de 80. (Ilustração retirada da revista *Military Power*, de 1983).

O custo de interferidores é módico e são de simples construção, e mesmo um de grande porte pode ser acomodado em uma camioneta tipo pick-up. Interferidores expansíveis tipo bola maciça de hóquei que podem ser espalhados de uma aeronave já se encontram no mercado. . . . interferidores/dissimuladores capazes de danificar receptores de GPS num raio de 10 milhas podem ser confeccionados por menos de US\$ 400.00, podendo-se adquirir peças e partes em lojas especializadas.

dissimuladores capazes de danificar receptores de GPS num raio de 10 milhas podem ser confeccionados por menos de US\$ 400.00, podendo-se adquirir peças e partes em lojas especializadas. Um grande número de interferidores/dissimuladores orbitando dentro de módicos veículos aéreos não-tripulados sobre uma força digitalizada, teria condições de, ao acaso, impor situações de desconfiança às capacidades de autolocalização

e de acompanhamento da força dos EUA. Blanchard acrescenta ainda que colocar esses dispositivos em todas as prováveis áreas de alvos permitiria a um inimigo perturbar a rota das armas dirigidas de precisão norte-americanas lançadas contra os centros de gravidade do adversário. Sem dúvida, esse tipo de ocorrência se difundiria por todo o Exército causando confusão, fratricídio, ataques a alvos imprevistos e baixas civis.¹⁷

Isto resulta no que Alterman considera um “campo de batalha frágil” onde as operações dependentes dos GPS poderiam ser facilmente obstruídas. O desenvolvimento de conceitos anti-interferência com preços acessíveis e dotados de antenas de radiação nula e sistemas eletrônicos de cancelamento seriam medidas contra as ameaças. Explica ainda que o futuro combate eletrônico precisará também de “sistemas de busca de alvos e de localizadores de interferidores de GPS, bem como os nossos próprios interferidores de GPS (lançados por obuseiros ou montados em veículos aéreos não tripulados ou helicópteros).” Insiste na necessidade de aperfeiçoamento “dos desenhos de GPS para a aquisição de sinais, de uma capacidade que habilite os sistemas de armas localizar o alvo antes de ata-



Foto: Departamento de Defesa

No “frágil campo de batalha” do futuro, as operações dependentes de GPS poderiam ser adversamente afetadas por diminutos interferidores espalhados por helicópteros, veículos aéreos não tripulados, aeronaves e por dispositivos dispersadores de minas de fácil fabricação, como o sistema dispersador de minas terrestres norte-americano visto na foto acima.

car, e da integração dos Sistemas de Navegação Inercial de baixo custo. Sensores terminais auxiliares e mesmo o aumento de sistemas de apoio à navegação do campo de batalha devem ser seriamente considerados em cenários de interferências.”¹⁸

As Forças Armadas não podem preencher requisitos-chave para aperfeiçoar sua resistência contra as interferências intencionais e involuntárias (inclusive sinais de GPS de grande potência) até que os recentemente planejados satélites *Block III* estejam em órbita, ocorrência prevista para depois de 2010. Infelizmente, é muito mais fácil aumentar uma capacidade de interferência do que aumentar uma potência de sinal de um transmissor orbital.

Queda de Estrelas

Os detalhes eletrônicos dos GPS são completamente irrelevantes a menos que os satélites permaneçam em órbita. O Escritório de Reconhecimento Nacional convocou um painel para estudos do futuro, o qual concluiu que “a futura segurança da nação depende da sua habilidade de conduzir observações desde o espaço.”¹⁹ Este

espaço esteve um pouco mais congestionado na segunda-feira 31 de agosto de 1998. Segundo o Centro de Astrofísica Harvard-Smithsonian, a Coréia do Norte lan-

As Forças Armadas não podem preencher requisitos-chave para aperfeiçoar sua resistência contra as interferências intencionais e involuntárias (inclusive sinais de GPS de grande potência) até que os recentemente planejados satélites *Block III* estejam em órbita, ocorrência prevista para depois de 2010. Infelizmente, é muito mais fácil aumentar uma capacidade de interferência do que aumentar uma potência de sinal de um transmissor orbital.

çou um satélite que não entrou em órbita devido a uma falha no terceiro estágio do lançamento. Durante aquele mesmo mês três veículos altamente sofisticados pertencentes a “grandes potências” não puderam ser lançados.

O lançador de foguetes norte-coreano aparentemente estava vinculado, no primeiro estágio, ao míssil *Nodong 2*, e a uma adaptação de *Scud* no segundo. O terceiro

estágio (orbital) provavelmente não passava de um motor de combustível sólido. Essa inovação técnica chamada de Rube Goldberg quase colocou a Coreia do Norte entre as potências espaciais. A mídia da Coreia do Norte considerou o satélite como “uma fruta a mais da economia nacional independente, 100% produto da tecnologia e do esforço local.”²⁰ Enquanto a pureza deste pedigree é incerta, as conseqüências do fato não são.

Um satélite poderia aproximar a Coreia do Norte da possibilidade de enviar carga útil para uma órbita a fim de realizar operações de reconhecimento, comunicações e navegação. Embora consideradas desejáveis, essas capacidades não são cruciais para as aspirações terrestres da Coreia do Norte. Um satélite deste tipo poderia permitir o lançamento

Qualquer adversário dos EUA poderia colocar em órbita, a um preço relativamente baixo, um sistema anti-satélite rudimentar. Seria impossível para os EUA retaliar com um sistema do mesmo preço porque o beligerante não contaria com nenhum sistema orbital expressivo ou uma infraestrutura relativa ao mesmo no terreno. É impossível retirar seus “olhos do céu” porque não contam com nenhum.

de ataques rudimentares aos sistemas de satélites.

Sistemas baseados no espaço são de grande importância militar para os EUA durante operações em grande escala. A filosofia dos EUA tem sido lançar em órbita alguns satélites de preço (até US\$1,2 bilhão cada) com a maior capacidade e longevidade possível. Dependendo, cada vez mais, de alguns sistemas dispendiosos e difíceis de serem substituídos, as operações militares dos EUA provavelmente não contarão com muitos “sobressalentes orbitários.”

Qualquer adversário dos EUA poderia colocar em órbita, a um preço relativamente baixo, um sistema anti-satélite rudimentar. Seria impossível para os EUA retaliar com um sistema do mesmo preço porque o beligerante não contaria com nenhum sistema orbital expressivo ou uma infraestrutura relativa ao mesmo no terreno. É impossível retirar seus “olhos do céu” porque não contam com nenhum.

No momento, o Comando Espacial dos EUA não possui um sistema de armas anti-satélite em funcionamento. O mesmo não ocorre com outras potências porque não se encontram impedidas por temas legais internacionais e não precisam armas sofisticadas e discriminatórias.²⁰ Não é difícil alcançar pelo menos a órbita mais próxima da terra com foguetes meteorológicos comuns, capazes de transportar uma carga de 20 a 50 kg.²² Se um foguete pudesse carregar 22 kg de munição de espingarda de

caça calibre 00 — disponível na maioria das lojas de artigos esportivos — essas seriam lançadas na devida órbita por meio de uma carga explosiva. Deslocando-se a uma relativa velocidade de mais ou menos 4 milhas por segundo, esses chumbinhos bateriam e desativariam qualquer satélite que encontrassem.²³

Se um atacante quiser saber onde adquirir esse tipo de satélite, sem dúvida encontrará ajuda para tal. Telescópios, sensores e software, inclusive telescópios dirigidos por computadores, são agora tão baratos e potentes que qualquer astrônomo amador não só pode, como observa, acompanha e fotografa aeronaves espaciais em órbita, incluindo um grande número de veículos científicos, militares e de coleta de inteligência dos EUA.²⁴

Defendendo o Indefensível

Pode-se proteger um satélite em órbita? Certamente, e alguns já estão sendo protegidos por meio de blindagem ou aperfeiçoados para que consigam se desviar dos ataques. Infelizmente, a blindagem acrescenta mais peso reduzindo a capacidade do satélite. Embora os foguetes espaciais venham sendo empregados para o lançamento de satélites, são lentos, públicos e extremamente vulneráveis e dispendiosos. Algumas partes do satélite, como os painéis solares do satélite do GPS, não podem ser blindadas. Talvez o acréscimo de maior mobilidade permitirá a detecção de ataques em tempo para deslocar o alvo. Este fato levanta novamente a questão de peso versus capacidade, significando também que o satélite não terá utilidade enquanto estiver fora de sua órbita.

A eficácia dessas medidas de defesa é limitada; um atacante poderia aumentar a letalidade de seu satélite simplesmente ao empregar rolamento de esferas ao invés de chumbinhos (munição 00 *steel buck-shot*) e atacar duas vezes. Suponhamos que o atacante tem uma melhor capacidade de lançamento e não é tão meticuloso. Lançar em órbita 1.000 libras de cascalho poderia varrer como uma vassoura partes do espaço perto da terra e prover a mais espetacular chuva de meteoros da história à medida que milhões de pedrinhas, pedacinhos de satélites de \$500 milhões de dólares e planos para o domínio da informação começam sua longa caída para a terra.²⁵

Entre as opções em estudo, o melhor método de defesa contra este tipo de ataque é colocar em órbita satélites sobressalentes que podem ser ativados quando necessário. Sem dúvida estes satélites ainda teriam um alto custo, seriam complicados e relativamente econômicos para serem derrotados.

De fato, o tempo que países como a China, Índia, Japão e Coreia do Norte precisam para adquirir capacidades contra-espaciais é cada vez menor do que o tempo necessário aos EUA para repor os satélites ora existentes. Durante a Guerra das Malvinas, a União Soviética lançou 29 satélites pequenos em 69 dias. Em contraste,

os EUA levaram 113 dias para substituir um satélite meteorológico de defesa após uma emergência.²⁶

Talvez fosse possível encontrar uma solução prática, na proposta agora em estudo, para empregar pequenos satélites dotados de radar, de reconhecimento eletrônico e de sistemas óptico-eletrônicos, que possam ser rapidamente manufaturados e lançados por foguetes impulsadores leves. Os referidos satélites poderão

fazer reconhecimento apresentando uma resolução menos satisfatória do que os atuais métodos. Entretanto, essa é apenas uma solução parcial uma vez que não resolve o problema de outros satélites empregados para comunicações e navegação.²⁷ Seja qual for a forma final, as soluções para resolver as vulnerabilidades espaciais devem permitir às Forças Armadas norte-americanas o domínio da informação. **MR**

REFERÊNCIAS

1. Chefes do Estado-Maior Conjunto, *Joint Vision 2020* (Visão Conjunta 2020) — (Washington, DC: US Government Printing Office, junho de 2000), p. 1; e o Departamento do Exército, *Army Releases Army Vision 2010* (O Exército Difunde a Visão do Exército 2010) (Washington, DC: Gabinete do Chefe de Relações Públicas, 15 de novembro de 1996).
2. *Ibid.*, p. 23; e Avery V. Allison Jr., *The State of the US Army and Space Operations*, Projeto de Pesquisa Estratégica, Escola de Guerra do Exército dos EUA, Carlisle Barracks, Pensilvânia, 1998.
3. Gen Henry H. Shelton, *Posture Statement of General Henry H. Shelton, USA*, Chefe dos Chefes do Estado-Maior Conjunto perante o 106º Comitê das Forças Armadas ante o Congresso, Senado dos EUA, 8 de fevereiro de 2000, <www.dtic.mil/jcs/core/Posture00.html>; e Maj Henry G. Franke, *An Evolving Joint Space Campaign and the Army's Role* (Forte Leavenworth, KS: ECEME/EUA, Escola de Estudos Militares Avançados, 1996), pp. 77-78.
4. *Joint Vision 2020*, pp. 10-11; e *Defense Science Board* (Comissão de Ciência do Departamento de Defesa), *Report of the Defense Science Board Task Force on Information Warfare—Defense (IW-D)* (Relatório da Força-Tarefa da Comissão da Ciência do Dept de Defesa sobre Guerra de Informação — Defesa — G Info-D), (Washington, DC: Departamento de Defesa dos EUA, Gabinete do Vice-Secretário de Defesa para Aquisição e Tecnologia, novembro de 1996), a partir de agora referido como G Info-D.
5. A posição do *Major General* Robert Scales é cortesia do Departamento de Relações Públicas da Escola de Guerra do Exército dos EUA, Carlisle Barracks, Pensilvânia, junho de 2000.
6. *Ibid.*
7. Michael Hirsh, "The Great Technology Giveaway?" da revista *Foreign Affairs* de Setembro/Outubro de 1998), pp. 2-9 e 3.
8. Elliott D. Kaplan, editor, *Understanding GPS: Principles and Applications* (Boston: Artech House, 1996); e Alfred Leick, *GPS Satellite Surveying*, 2ª edição. (Nova York: John Wiley & Sons) 1995. Excelente apresentação por Peter H. Dana do Departamento de Geografia, *University of Texas at Austin*, *Global Positioning System Overview*. (Visão Geral do Sistema de Posicionamento Global) <www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html>.
9. Stanley B. Alterman, "GPS Dependence: A Fragile Vision for US Battlefield Dominance," da revista *Journal of Electronic Defense* (setembro de 1995).
10. *Ibid.*
11. Stephen M. Hardy, "Will the GPS Lose Its Way?" da revista *Journal of Electronic Defense* (setembro de 1995).
12. Alterman.
13. G Info — D.
14. Hardy.
15. *Ibid.*
16. Alterman.
17. Hugh V. Blanchard, correspondência pessoal com o autor, 2 de novembro de 1998. Blanchard é oficial da Reserva do Exército dos EUA com experiência interagência em guerra eletrônica, comunicações eletrônicas e segurança de dados.
18. Alterman.
19. Relatório Final para o Diretor do Departamento de Reconhecimento Nacional (*National Reconnaissance Office*): "Defining the Future of the NRO for the 21st Century," (Definindo o Futuro do Departamento de Reconhecimento Nacional para o Século XXI) Sumário Executivo (Washington, DC: Departamento de Reconhecimento Nacional, 26 de agosto de 1996), p. 1; e Comando de Doutrina e Adestramento do Exército dos EUA (TRADOC) Panfleto 525-60, *Operational Concept for Space Support to Land Force Operations* (Conceito Operacional para Apoio Espacial às Operações das Forças Terrestres), (Forte Monroe, Virgínia: QG, TRADOC, 1º de novembro de 1994).
20. Comentários feitos por fontes norte-americanas indicam que foi observado um

incêndio no 3º estágio, mas não houve indicação no radar, sugerindo que o satélite caiu no Oceano Pacífico ao invés de alcançar a órbita; Correspondência pessoal enviada pelo Dr. Jonathan MacDowell, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, Massachusetts, 4 de setembro de 1998.

21. Comando Espacial dos EUA "U.S. Space Command" Brochura (Base Aérea Peterson, Colorado: Comando Espacial dos EUA, 1997), p. 11. O Comando Espacial dos EUA controla os mísseis balísticos de defesa do Exército e a capacidade anti-satélite mais carece de sistemas operacionais. O presidente William J. Clinton vetou um programa do Exército para prover assistência anti-satélite em caso de emergência com uma energia cinética anti-satélite sendo desenvolvida pela Boeing Space Systems. Ver Bill Gertz: "Yeltsin Letter Reveals Antisatellite Weapons," publicado no jornal *The Washington Times* (7 de novembro de 1997). O sistema mais aproximado é o *US ASAT*; laser infravermelho-químico (*mid-infrared advanced chemical laser — MIRACL*) localizado no Polígono de Tiro White Sands localizado em Novo México. Originariamente um projeto do Instituto de Defesa Estratégica, o laser está sendo adaptado para emprego contra satélites. Acredita-se que a ex-União Soviética já construiu, testou e lançou dispositivos anti-satélites no final da década de 60. A China ainda não declarou publicamente estar realizando esforços anti-satélites. As capacidades de lançamento chinesas existentes poderiam fornecer as bases para um desenvolvimento rápido do referido sistema. Ver a Federação Americana de Cientistas, "Space Defense," <www.fas.org/spp/military/program/asat/overview.htm>.

22. Harry G. Stien, *Confrontation in Space* (Englewood Cliffs, Nova Jersey: Prentice-Hall, 1981), p. 82.

23. O Instituto de Pesquisa Aeroespacial da Coreia — Korea Aerospace Research Institute (KARI) — conta com um foguete meteorológico que atinge órbitas a baixa altitude da terra empregando combustível sólido com dois estágios Keyboard Send/Receive II. A área de lançamento de Anhueng na província de Ch'ungch'ong Namdo já anunciou publicamente quatro lançamentos.

24. Leonard David, "New Software Enables Amateurs to Track Satellites," publicado no periódico *Space News* (agosto de 1996), p. 8. Um programa rudimentar de acompanhamento de satélites não militares pode ser encontrado no endereço <www.liftoff.msfc.nasa.gov/RealTime/JTrack/>. A NASA acompanha objetos em espaços próximos da terra de apenas poucos centímetros e já propôs a criação de um novo sistema que pode acompanhar objetos de apenas 1/12 centímetros de uma distância entre 18.000 a 23.000 milhas.

25. Foguetes meteorológicos não chegam dentro da órbita de baixa altitude da terra; eles chegam nas mesmas altitudes das órbitas mais próximas da terra. Altitude é outra coisa muito diferente. A maioria dos foguetes meteorológicos, como os fabricados pela Coreia do Norte, não podem lançar nada em órbita, mas podem colocar alguma coisa em uma velocidade zero a baixas altitudes orbitais, como por exemplo um dispositivo explosivo de fragmentação com potência anti-satélite. Cascalho e rolamento de esferas quando lançados em órbitas são muito mais perigosos porque ali permanecem por vários dias e varrem toda a órbita mais próxima da terra. Foguetes meteorológicos colocam o material no espaço por mais ou menos 10 minutos o qual elimina apenas o satélite específico, ao invés de tudo que se encontra naquela órbita. O emprego de cargas explosivas para propulsar ainda mais o material pode acrescentar uma vantagem significativa.

26. Maj Jeffrey L. Caton, "We Can Reduce Satellite Vulnerability," publicado no *Research Paper* (Base Aérea Maxwell, Alabama: Air University Press, 1994). Também de interesse neste assunto é a apresentação "Convergence of Space Sectors—A New Symbiosis" pelo General Howell M. Estes III, Comando Espacial dos EUA, durante o Simpósio sobre Espaço Nacional realizado em 9 de abril de 1998 em Colorado Springs, Colorado.

27. Ten Cel A. Andronov e Ten Cel R. Shevrov, "American Overhead Visual Reconnaissance Systems" publicado na *Zarubezhnoye Voyennoye Obozreniye* (*Foreign Military Review*) (1995), pp. 37-42.

O Tenente-Coronel Thomas K. Adams lida com futuros trabalhos militares no Comando de Operações Especiais do Exército dos EUA, no Forte Bragg, Carolina do Norte. Possui Ph.D. pela Syracuse University e é graduado do Curso de Estratégia Nacional pela Escola de Comando e Estado-Maior do Exército dos EUA. Escreveu vários artigos sobre assuntos militares e dois livros: US Special Operations Forces in Action já publicado e Post-Industrial Warfare, ainda por publicar. Serviu em várias posições de comando e estado-maior no território continental dos EUA, no Vietnã e na Bósnia. Como oficial de operações especiais serviu em designações de contra-insurreição e missões contra o tráfico de drogas.